

BEST AVAILABLE COPY

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PCT/EP2004/01

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 05 OCT 2004  
WIPO PC

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:**

103 37 558.9

**Anmeldetag:**

14. August 2003

**Anmelder/Inhaber:**

Leica Microsystems Heidelberg GmbH,  
68165 Mannheim/DE

**Bezeichnung:**

Optische Vorrichtung und Mikroskop mit  
einer optischen Vorrichtung

**IPC:**

G 02 B 21/00

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 21. April 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident

Im Auftrag

Faust

**Optische Vorrichtung und Mikroskop mit einer optischen Vorrichtung**

10 Die Erfindung betrifft eine optische Vorrichtung, die Lichtstrahlen kollinear vereinigt, und ein Mikroskop mit einer optischen Vorrichtung.

Zum Vereinigen von Lichtstrahlen unterschiedlicher Wellenlänge werden in der Optik üblicherweise dichroitische Strahlteiler eingesetzt. Aus der Deutschen Offenlegungsschrift DE 196 33 185 A1 ist eine Punktlichtquelle für ein Laserscanmikroskop und ein Verfahren zum Einkoppeln von mindestens

15 zwei Lasern unterschiedlicher Wellenlänge in ein Laserscanmikroskop bekannt. Die Punktlichtquelle ist modular ausgestaltet und beinhaltet einen dichroitischen Strahlvereiniger, der das Licht mindestens zweier Laserlichtquellen vereinigt und in eine zum Mikroskop führende Lichtleitfaser einkoppelt.

20 Anordnungen auf der Basis von dichroitischen Strahlteilern haben häufig den Nachteil, dass das Vereinigen von Lichtstrahlen, die eine eng beieinanderliegende Wellenlänge aufweisen, gar nicht oder nur mit geringer Effizienz möglich ist, da dichroitische Strahlvereiniger mit einer unendlich steilen Kantencharakteristik nur theoretisch herstellbar sind.

25 Aus der Europäischen Patentschrift EP 0 473 071 B1 ist eine Strahlvereinigungsvorrichtung für Halbleiterlaser bekannt, die sowohl dichroitische Spiegel als auch ein polarisierendes Strahlteilerprisma beinhaltet. Mit Hilfe des polarisierenden Strahlteilerprismas können

Lichtstrahlen, die eine senkrecht zueinander liegende lineare Polarisationsrichtung aufweisen, zu einem kollinearen Lichtstrahl vereinigt werden, wobei dieser beide Polarisationsrichtungen aufweist. Für die Mikroskopie ist diese Methode zur Herstellung eines Beleuchtungslichtstrahls

5 aus zwei Einzellichtstrahlen nur eingeschränkt verwendbar, da die vorgegebene Polarisationscharakteristik des resultierenden Beleuchtungslichtstrahls die Experimentierbedingungen oft zu sehr einschränkt.

In der Rastermikroskopie wird eine Probe mit einem Lichtstrahl beleuchtet, um

10 das von der Probe emittierte Reflexions- oder Fluoreszenzlicht zu beobachten. Der Fokus eines Beleuchtungslichtstrahles wird mit Hilfe einer steuerbaren Strahlablenkeinrichtung, im Allgemeinen durch Verkippen zweier Spiegel, in einer Objektebene bewegt, wobei die Ablenkachsen meist senkrecht aufeinander stehen, so dass ein Spiegel in x-, der andere in y-Richtung

15 ablenkt. Die Verkippung der Spiegel wird beispielsweise mit Hilfe von Galvanometer-Stellelementen bewerkstelligt. Die Leistung des vom Objekt kommenden Lichtes wird in Abhängigkeit von der Position des Abtaststrahles gemessen. Üblicherweise werden die Stellelemente mit Sensoren zur Ermittlung der aktuellen Spiegelstellung ausgerüstet.

20 Speziell in der konfokalen Rastermikroskopie wird ein Objekt mit dem Fokus eines Lichtstrahles in drei Dimensionen abgetastet.

Ein konfokales Rastermikroskop umfasst im Allgemeinen eine Lichtquelle, eine Abbildungsoptik, mit der das Licht der Quelle auf eine Lochblende – die sog. Anregungsblende – fokussiert wird, einen Strahlteiler, eine

25 Strahlablenkeinrichtung zur Strahlsteuerung, eine Mikroskopoptik, eine Detektionsblende und die Detektoren zum Nachweis des Detektions- bzw. Fluoreszenzlichtes. Das Beleuchtungslight wird oft über den Strahlteiler, der beispielsweise als Neutralstrahlteiler oder als dichroitischer Strahlteiler ausgeführt sein kann, eingekoppelt. Neutralstrahlteiler haben den Nachteil,

30 dass je nach Teilungsverhältnis viel Anregungs- oder viel Detektionslicht verloren geht.

Das vom Objekt kommende Fluoreszenz- oder Reflexionslicht gelangt über die Strahlablenkeinrichtung zurück zum Strahlteiler, passiert diesen, um anschließend auf die Detektionsblende fokussiert zu werden, hinter der sich die Detektoren befinden. Detektionslicht, das nicht direkt aus der Fokusregion 5 stammt, nimmt einen anderen Lichtweg und passiert die Detektionsblende nicht, so dass man eine Punktinformation erhält, die durch sequentielles Abtasten des Objekts zu einem dreidimensionalen Bild führt. Meist wird ein dreidimensionales Bild durch schichtweise Bilddatenaufnahme erzielt, wobei die Bahn des Abtastlichtstrahles auf bzw. in dem Objekt idealerweise einen 10 Mäander beschreibt. (Abtasten einer Zeile in x-Richtung bei konstanter y-Position, anschließend x-Abtastung anhalten und per y-Verstellung auf die nächste abzutastende Zeile schwenken und dann, bei konstanter y-Position, diese Zeile in negative x-Richtung abtasten usw.). Um eine schichtweise Bilddatennahme zu ermöglichen, wird der Probentisch oder das Objektiv nach 15 dem Abtasten einer Schicht verschoben und so die nächste abzutastende Schicht in die Fokusebene des Objektivs gebracht.

Bei vielen Anwendungen werden Proben mit mehreren Markern, beispielsweise mehreren unterschiedlichen Fluoreszenzfarbstoffen präpariert. Diese Farbstoffe können sequentiell, beispielsweise mit 20 Beleuchtungslichtstrahlen, die unterschiedliche Anregungswellenlängen aufweisen, angeregt werden. Auch eine simultane Anregung mit einem Beleuchtungslichtstrahl, der Licht mehrerer Anregungswellenlängen beinhaltet, ist üblich. Aus der Europäischen Patentanmeldung EP 0 495 930: „Konfokales Mikroskopsystem für Mehrfarbenfluoreszenz“ ist beispielsweise 25 eine Anordnung mit einem einzelnen mehreren Laserlinien emittierenden Laser bekannt. Derzeit sind in der Praxis solche Laser meist als Mischgaslaser, insbesondere als ArKr-Laser, ausgebildet.

Aus der Deutschen Offenlegungsschrift DE 198 42 288 A1 ist eine Vorrichtung zur einstellbaren Einkopplung und/oder Detektion einer oder mehrerer 30 Wellenlängen in einem Mikroskop bekannt.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine optische Vorrichtung anzugeben, die es ermöglicht, unabhängig von der Polarisationsrichtung und

unabhängig von der spektralen Nähe der Wellenlängen Lichtstrahlen kollinear zu vereinigen.

Diese Aufgabe wird durch eine optische Vorrichtung gelöst, bei der ein dispersives Element und eine Abbildungsoptik eine Aufspaltungsebene

5 definieren, in der jeder Lichtwellenlänge ein Ort zugeordnet ist und in der ein mikrostrukturiertes Element angeordnet ist, das aus unterschiedlichen Richtungen kommende und auf die ihrer Wellenlänge entsprechenden Orte fokussierte Lichtstrahlen über die Abbildungsoptik zu dem dispersiven Element lenkt, das die Lichtstrahlen kollinear vereinigt.

10 Die Erfindung hat den Vorteil, dass auch Lichtstrahlen, die ein kontinuierliches Spektrum beinhalten, vereinigbar sind; selbst dann, wenn Wellenlängen des einen Lichtstrahls innerhalb des Spektrums des anderen Lichtstrahls liegen. Für den Fall, dass einer der Lichtstrahlen Licht mehrerer Wellenlängen beinhaltet, ist vorgesehen, diesen Lichtstrahl vor dem Auftreffen auf das

15 mikrostrukturierte Element räumlich spektral aufzuspalten. Dies kann mit einem weiteren dispersiven Element, beispielsweise mit einem Prisma oder einem Gitter erfolgen oder mit dem dispersiven Element, das das von dem mikrostrukturierten Element ausgehende Licht vereinigt.

20 Das dispersive Element kann beispielsweise als Gitter oder als Prisma ausgebildet sein. Die Abbildungsoptik könnte beispielsweise als Linsenoptik oder als Spiegeloptik ausgeführt sein. In einer besonderen Variante sind das dispersive Element und die Abbildungsoptik beispielsweise als Hohlspiegelgitter zusammengefasst. Die Abbildungsoptik kann sowohl zylinder- als auch sphärische Optiken beinhalten.

25 Vorzugsweise entspricht der Abstand zwischen dem dispersiven Element und der Abbildungsoptik einerseits und der Abstand zwischen der Abbildungsoptik und dem mikrostrukturierten Element andererseits der Brennweite  $f$  der Abbildungsoptik. Hat die beispielsweise als Linse ausgebildete Abbildungsoptik zwei unterschiedliche Hauptebenen oder bevorzugt man aus

30 irgendwelchen Gründen eine Linsenkombination, so wählt man vorzugsweise die Abstände sinngemäß entsprechend, so dass die Abbildung der

unterschiedlichen Wellenlängen telezentrisch auf die Aufspaltungsebene erfolgt. Die Abbildungsoptik ist vorzugsweise ein telezentrisches Abbildungssystem, da dann kein Parallelversatz des zurückkommenden Lichts entsteht.

In einer besonderen Variante weist das mikrostrukturierte Element 5 reflektierende und transmittierende Bereiche auf. Das Licht eines ersten Lichtstrahls wird in dieser Variante auf die reflektierenden Bereiche fokussiert, während das Licht eines zweiten Lichtstrahls auf die transmittierenden Bereiche fokussiert wird. Das mikrostrukturierte Element könnte beispielsweise ein photolithographisch teilverspiegeltes Glassubstrat 10 beinhalten, auf das die reflektierenden und die transmittierenden Bereiche streifenförmig aufgebracht sind. Das Streifenmuster verläuft vorzugsweise senkrecht zur Aufspaltungsrichtung des dispersiven Elements.

In einer anderen Ausgestaltungsform weist das mikrostrukturierte Element Spiegelflächen unterschiedlicher Neigung auf. Vorzugsweise verwendet man 15 eine lamellenartige Struktur aus linienförmigen, z.B. rechteckigen planen Bereichen, die jeweils verspiegelt sind und in verschiedener Raumrichtung geneigt sind, wobei die Linienrichtung senkrecht zur spektralen Aufspaltung in der Aufspaltungsebene verläuft. Die jeweiligen planen Flächenstücke sind hierbei vorzugsweise um eine in der Aufspaltungsebene liegende Drehachse 20 aus der Aufspaltungsebene herausgedreht, wobei die Drehachse vorteilhafterweise senkrecht zur Richtung der spektralen Aufspaltung verläuft. In einer anderen Variante sind die planen Flächenstücke um parallel zur Aufspaltungsrichtung verlaufende Drehachsen aus der Aufspaltungsebene herausgedreht. Das mikrostrukturierte Element könnte aus einem 25 entsprechend bearbeiteten und verspiegelten Glasmaterial bestehen. In einer bevorzugten Ausführungsform beinhaltet das mikrostrukturierte Element ein mikro-elektromechanisches System (MEMS) bzw. ein mikro-opto-elektromechanisches System (MOEMS). Ein derart ausgeführtes mikrostrukturiertes Element hat den zusätzlichen Vorteil, dass die lokalen 30 Reflektionswinkel durch Anlegen von Spannungen verändert werden können. Ein verwendbares MDM-Spiegelarray wird beispielsweise von der Firma Texas-Instruments hergestellt.

In einer anderen bevorzugten Ausgestaltungsform beinhaltet das mikrostrukturierte Element ein Mikroprismenarray aus unterschiedlichen Prismen oder ein Array mit Zonen, die einen unterschiedlichen Brechungsindex aufweisen, was beispielsweise durch geeignet gepoltes

5 Lithiumniobat in einem elektrischen Feld realisierbar wäre. Diese Variante ermöglicht darüber hinaus eine spezifische Ansteuerung über das elektrische Feld.

Die erfindungsgemäße Strahlvereinigungstechnik kann mit anderen Strahlvereinigungstechniken kombiniert werden, d. h. beispielsweise zu

10 bereits im Vorfeld vereinigten Strahlen können weiteren Strahlen hinzugefügt werden.

Alle bei der Justage zu bewegenden Teile sind vorzugsweise motorisiert, insbesondere kann es von Vorteil sein, wenn das spektral selektive Element entlang der Richtung der spektralen Aufspaltung beweglich ist.

15 Vor oder nach der erfindungsgemäßen optischen Vorrichtung können die Lichtleistung variierende Elemente angeordnet sein, z. B. bevorzugt ein AOTF. Die optische Vorrichtung ist vorzugsweise als eine mechanische Einheit gefertigt, welche weitere Bauteile wie z. B. einen AOTF oder eine Temperaturstabilisierung beinhalten kann.

20 Es ist mit der beschriebenen Technik möglich, auf einen ersten Lichtstrahl nicht nur einen zweiten, sondern auch einen dritten oder weitere Lichtstrahlen aufzufädeln. Dies ist besonders vorteilhaft im Zusammenhang mit den beschriebenen MEMS-/MOEMS-Aktuatoren möglich.

In einer ganz besonders bevorzugten Ausführungsform dient die optische

25 Vorrichtung zur Erzeugung eines Beleuchtungslichtstrahls in einem Rastermikroskop, insbesondere in einem konfokalen Rastermikroskop.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand schematisch dargestellt und wird anhand der Figuren nachfolgend beschrieben, wobei gleich wirkende Bauteile mit denselben Bezugszeichen versehen sind. Dabei zeigen:

30 Fig. 1 eine erfindungsgemäße optische Vorrichtung,

Fig. 2 ein mikrostrukturiertes Element,  
Fig. 3 ein weiteres mikrostrukturiertes Element,  
Fig. 4 ein weiteres mikrostrukturiertes Element,  
Fig. 5 eine weitere erfindungsgemäß optische Vorrichtung und  
5 Fig. 6 eine andere erfindungsgemäß optische Vorrichtung.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäß optische Vorrichtung mit einem dispersiven Element 1, das als Prisma 3 ausgebildet ist und mit einer Abbildungsoptik 5, die gemeinsam eine Aufspaltungsebene 7 definieren, in  
10 der ein mikrostrukturiertes Element 9 angeordnet ist. Das mikrostrukturierte Element 9 ist als streifenförmig reflektierendes Glassubstrat 11 ausgebildet, wobei die Streifen des Streifenmusters senkrecht zur Aufspaltungsrichtung des Prismas 3 ausgerichtet sind. Ein erster Lichtstrahl 13, der Licht zweier Wellenlängen beinhaltet, wird von dem Prisma 3 räumlich spektral  
15 aufgespalten und die resultierenden Teilstrahlen 15, 17 von der Linse 5 auf jeweils einen verspiegelten Streifen des Glassubstrats 11 fokussiert. Ein zweiter Lichtstrahl 19 wird von einer Optik 21 auf einen transmittierenden Streifen des Glassubstrats 11 fokussiert. Die Orte, an denen die Teilstrahlen 15, 17 und der zweite Lichtstrahl 19 auf das Glassubstrat 11 treffen, entsprechen gemäß der Aufspaltungscharakteristik des Prismas 3 ihrer  
20 Wellenlänge. Die von dem Glassubstrat 11 reflektierten Teilstrahlen 15, 17 werden gemeinsam mit dem transmittierten zweiten Lichtstrahl 19 über die Linse 5 zum Prisma 3 geführt, das die Teilstrahlen 15, 17 sowie den zweiten Lichtstrahl 19 kollinear zu einem Ausgangslichtstrahl 23 vereinigt. Das  
25 mikrostrukturierte Element 9 weist gegenüber der optischen Achse eine leichte Neigung auf, um den ersten Lichtstrahl 13 und den Ausgangslichtstrahl 23 räumlich voneinander zu trennen. Durch die Neigung des mikrostrukturierten Elements 9 verläuft der Ausgangslichtstrahl 23 unter einem spitzen Winkel aus der Zeichenebene hinaus, was in der gezeigten Figur nicht  
30 erkennbar ist. Die Neigung beeinflusst die Funktionsweise der optischen Vorrichtung jedoch nur sehr geringfügig.

Fig. 2 zeigt das mikrostrukturierte Element 9, das bereits bezüglich Fig. 1 erwähnt ist. Das mikrostrukturierte Element 9 ist als streifenförmig beschichtetes Glassubstrat ausgebildet und weist Bereiche 25 und transmittierende Bereiche 27 auf. Das Streifenmuster ist wie durch den

5 Doppelpfeil 29 angedeutet ist, senkrecht zur Richtung der spektralen Aufspaltung des dispersiven Elements angeordnet.

Fig. 3 zeigt ein mikrostrukturiertes Element 9 mit planen Spiegelementen 31-43, die unterschiedliche Neigungen aufweisen. Die planen Spiegelemente 31-43 sind um Drehachsen drehbar, die senkrecht zur spektralen

10 Aufspaltungsrichtung in der Aufspaltungsebene liegen. Das mikrostrukturierte Element 9 ist als mikro-opto-elektro-mechanisches System (MOEMS) ausgebildet, so dass die jeweiligen Neigungswinkel durch Anlegen von Spannungen veränderbar sind.

Fig. 4 zeigt ein mikrostrukturiertes Element mit Mikroprismen 45-57. Die

15 Prismen sind um eine Drehachse, die parallel zur spektralen Aufspaltungsrichtung verläuft, geneigt.

Fig. 5 zeigt eine weitere erfindungsgemäße optische Vorrichtung, die ein vollständig reflektierendes mikrostrukturiertes Element 9 beinhaltet, das eine

20 Lamellenstruktur 59 aufweist. Der erste Lichtstrahl 13 trifft die, wie bezüglich Fig. 1 bereits geschildert, auf das mikrostrukturierte Element 9. Der zweite Lichtstrahl 19 wird von der Linse 21 auf ein erstes Teilstück des mikrostrukturierten Elements fokussiert. Die Teilstrahlen 15, 17 treffen auf andere Teilstücke 63, 65, wobei die Teilstücke 63, 65 eine andere Neigung

25 aufweisen, als das Teilstück 61. Die Neigungen der Teilstücke 61-65 sind so gewählt, dass die Teilstrahlen 15, 17 sowie der zweite Lichtstrahl 19 gemeinsam über die Linse 5 zum Prisma 3 gelenkt werden, das die Teilstrahlen 15, 17 und den zweiten Lichtstrahl 19 kollinear zu einem Ausgangslichtstrahl 23 vereinigt.

30 Fig. 6 zeigt eine Weiterbildung der in Fig. 5 gezeigten optischen Vorrichtung. In dieser Ausgestaltungsvariante beinhaltet der zweite Lichtstrahl 19 Licht

mehrerer Wellenlängen und wird von einem Element 67, das als weiteres Prisma 69 ausgebildet ist, räumlich spektral in die Teilstrahlen 71 und 73 aufgespalten, die von der Linse 21 auf unterschiedliche Orte des mikrostrukturierten Elements 9 fokussiert sind. Das mikrostrukturierte Element

5 9 reflektiert die Teilstrahlen 15, 17 sowie die Teilstrahlen 71, 73 gemeinsam über die Linse 5 zu dem Prisma 3, das die Teilstrahlen 15, 17, 71, 73 zu einem kollinear vereinigten Ausgangslichtstrahl 23 vereinigt.

Die Erfindung wurde in Bezug auf eine besondere Ausführungsform beschrieben. Es ist jedoch selbstverständlich, dass Änderungen und

10 Abwandlungen durchgeführt werden können, ohne dabei den Schutzbereich der nachstehenden Ansprüche zu verlassen.

**Bezugszeichenliste:**

1	dispersives Element	
3	Prisma	
5	5	Abbildungsoptik
	7	Aufspaltungsebene
	9	mikrostrukturiertes Element
	11	Glassubstrat
	13	erster Lichtstrahl
10	15	Teilstrahl
	17	Teilstrahl
	19	zweiter Lichtstrahl
	21	Optik
	23	Ausgangslichtstrahl
15	25	verspiegelte Bereiche
	27	transmittierende Bereiche
	29	Richtung der spektralen Aufspaltung
	31-43	Spiegelemente
	45-57	Mikroprismen
20	59	Lamellenstruktur
	61	Teilstück
	63	Teilstück
	65	Teilstück
	67	weiteres dispersives Element
25	69	weiteres Prisma

71      Teilstrahl

73      Teilstrahl

Patentansprüche

1. Optische Vorrichtung, bei der ein dispersives Element und eine Abbildungsoptik eine Aufspaltungsebene definieren, in der jeder Lichtwellenlänge ein Ort zugeordnet ist und in der ein mikrostrukturiertes Element angeordnet ist, das aus unterschiedlichen Richtungen kommende und auf die ihrer Wellenlänge entsprechenden Orte fokussierte Lichtstrahlen über die Abbildungsoptik zu dem dispersiven Element lenkt, das die Lichtstrahlen kollinear vereinigt.
2. Optische Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
10 dass die Lichtstrahlen unterschiedliche Wellenlängen aufweisen.
3. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Lichtstrahl mehrere Wellenlängen aufweist.
4. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch  
15 gekennzeichnet, dass das dispersive Element zumindest einen Lichtstrahl vor dem Auftreffen auf das mikrostrukturierte Element räumlich spektral aufspaltet.
5. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch  
20 gekennzeichnet, dass ein weiteres dispersives Element zumindest einen Lichtstrahl vor dem Auftreffen auf das mikrostrukturierte Element räumlich spektral aufspaltet.
6. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch  
gekennzeichnet, dass das dispersive Element ein Prisma beinhaltet.
7. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch  
25 gekennzeichnet, dass das dispersive Element ein Gitter beinhaltet.
8. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch  
gekennzeichnet, dass das dispersive Element die Abbildungsoptik umfasst.
9. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch

gekennzeichnet, dass das mikrostrukturierte Element reflektierende und transmittierende Bereiche aufweist.

10. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das mikrostrukturierte Element Spiegelflächen 5 unterschiedlicher Neigung aufweist.
11. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das mikrostrukturierte Element MEMS (mikro-elektromechanisches System) bzw. MOEMS (mikro-opto-elektromechanisches System) beinhaltet.
- 10 12. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das mikrostrukturierte Element ein Mikrospiegelarray beinhaltet.
13. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das mikrostrukturierte Element ein Mikroprismenarray 15 beinhaltet.
14. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das mikrostrukturierte Element Bereiche mit unterschiedlichem Brechungsindex aufweist.
15. Mikroskop mit einer optischen Vorrichtung nach einem der 20 Ansprüche 1 bis 14.
16. Rastermikroskop, insbesondere konfokales Rastermikroskop, mit einer optischen Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14 zur Erzeugung eines Beleuchtungslichtstrahles.

Zusammenfassung

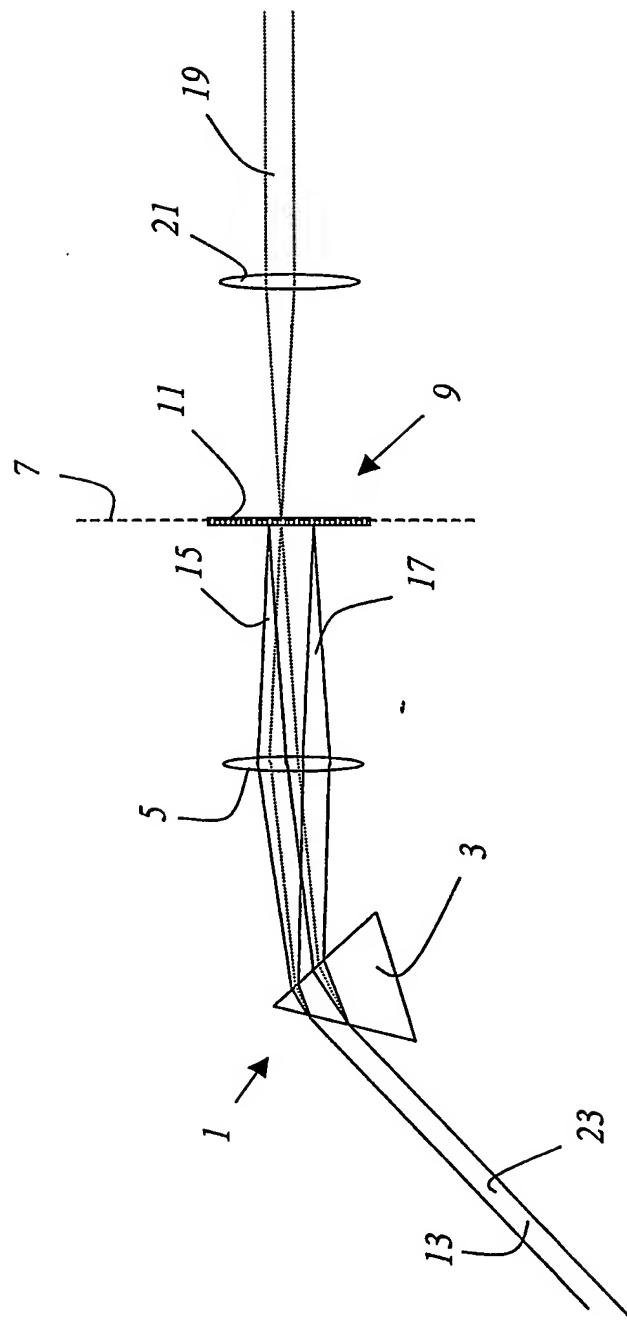
Eine optische Vorrichtung beinhaltet ein dispersives Element und eine Abbildungsoptik, die eine Aufspaltungsebene definieren, in der jeder Lichtwellenlänge ein Ort zugeordnet ist. In der Aufspaltungsebene ist ein 5 mikrostrukturiertes Element angeordnet, das aus unterschiedlichen Richtungen kommende und auf die ihrer Wellenlänge entsprechenden Orte fokussierte Lichtstrahlen über die Abbildungsoptik zu dem dispersiven Element lenkt, das die Lichtstrahlen kollinear vereinigt.

10

Fig. 1

15

Hf



**Fig. 1**

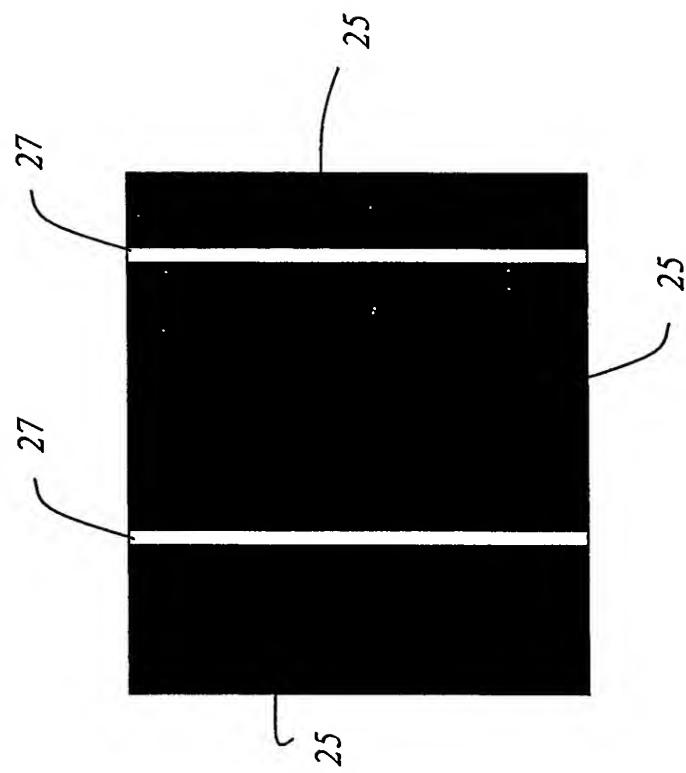
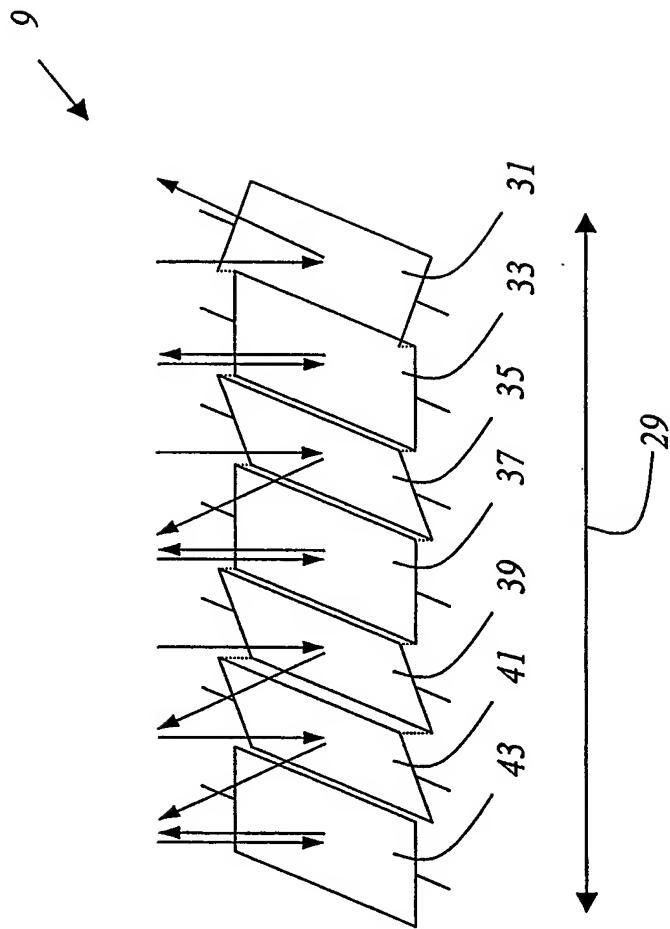


Fig. 2





**Fig. 3**

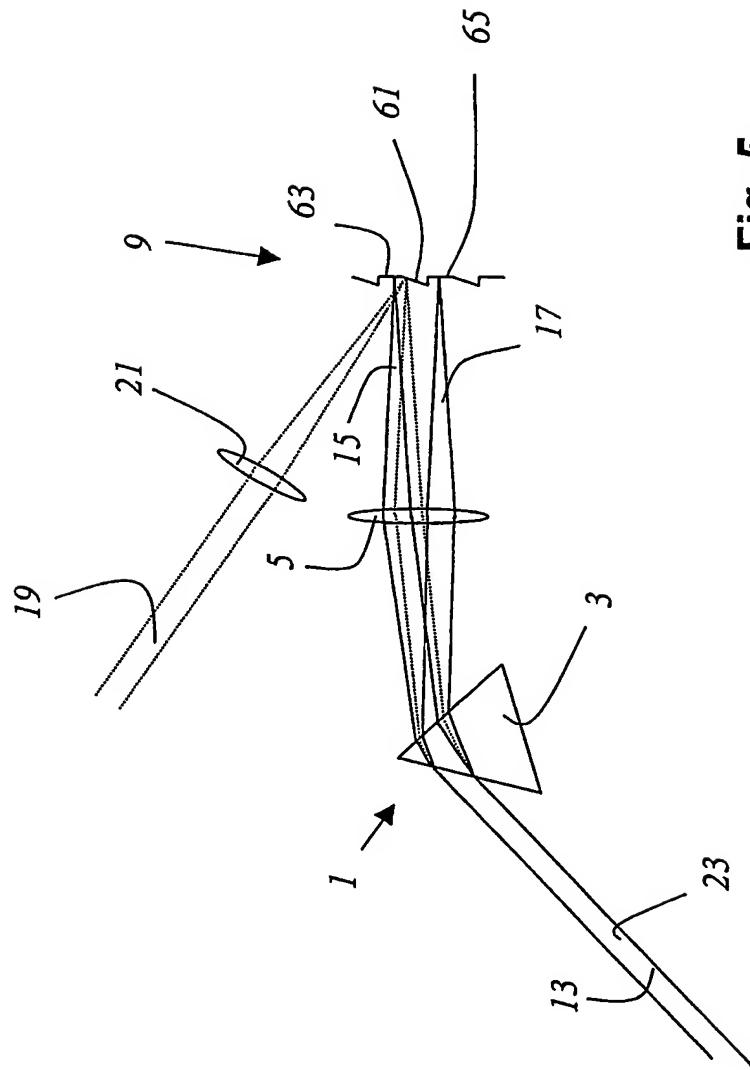


Fig. 5

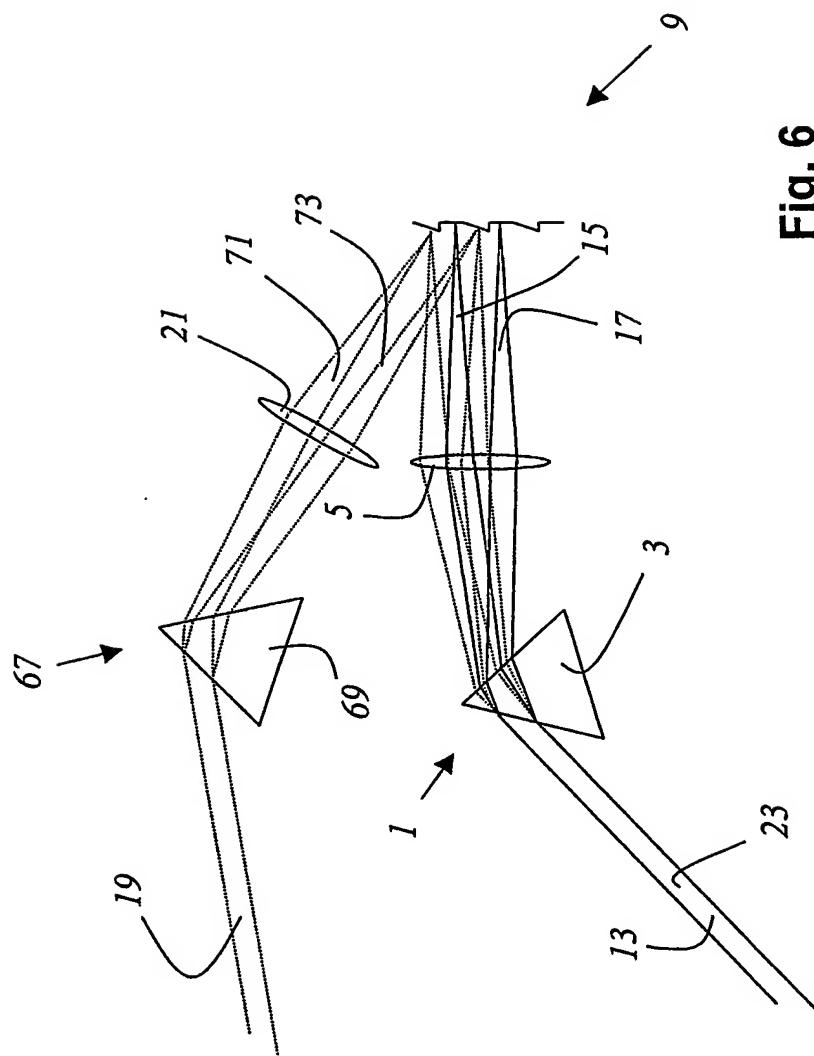


Fig. 6